

Základní experimenty akustiky

Jakub Kákona, kaklik@mlab.cz

Abstrakt

Obsahem je popis několika metod pro měření rychlosti zvuku, rezonančních frekvencí, vlnové délky a shrnutí jejich výsledků.

1 Úvod

- Spočítejte vlastní frekvenci struny v praktiku a změřte její harmonické frekvence, z nich dopočítejte lineární hustotu struny.
- Najděte základní a vyšší harmonické frekvence v Kundtově trubici. Ze známé délky trubice dopočítejte rychlost zvuku.
- Pro 10 různých frekvencí hledejte interferenční minima prodlužováním a zkracováním Quinckovy trubice. Vyneste do grafu závislost vlnové délky zvuku na rezonanční frekvenci. Z naměřených údajů dopočítejte rychlost zvuku.
- Najděte vlastní frekvence Helmholtzova dutinového rezonátoru. Vyneste závislost vlastní frekvence na objemu rezonátoru.

2 Postup měření

2.1 struna

Začali jsme hledáním harmonických frekvencí struny v praktiku. Podle teoretického výpočtu z hodnot lineární hustoty uvedené v [1] nam vyšla rezonanční frekvence $f_0 = 24[Hz]$. Skutečné naměřené hodnoty ale shrnuje tabulka 1.

Při regresi těchto hodnot fyzikální závislosti $f = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{F}{\rho}}$, kde $F = 4,91[N]$, jsme zjistili, že skutečná hodnota lineární hustoty struny vychází spíše o něco větší $0.00268[kg/m]$.

2.2 Kundtova trubice

Další úkol byl principiálně podobný s tím rozdílem, že se jednalo o podélné vlnění v Kundtově trubici a naměřené výsledky uvádí tabulka 2.

Rychlost zvuku byla dopočtena použitím výrazu $v_z = \frac{2fL}{k}$.

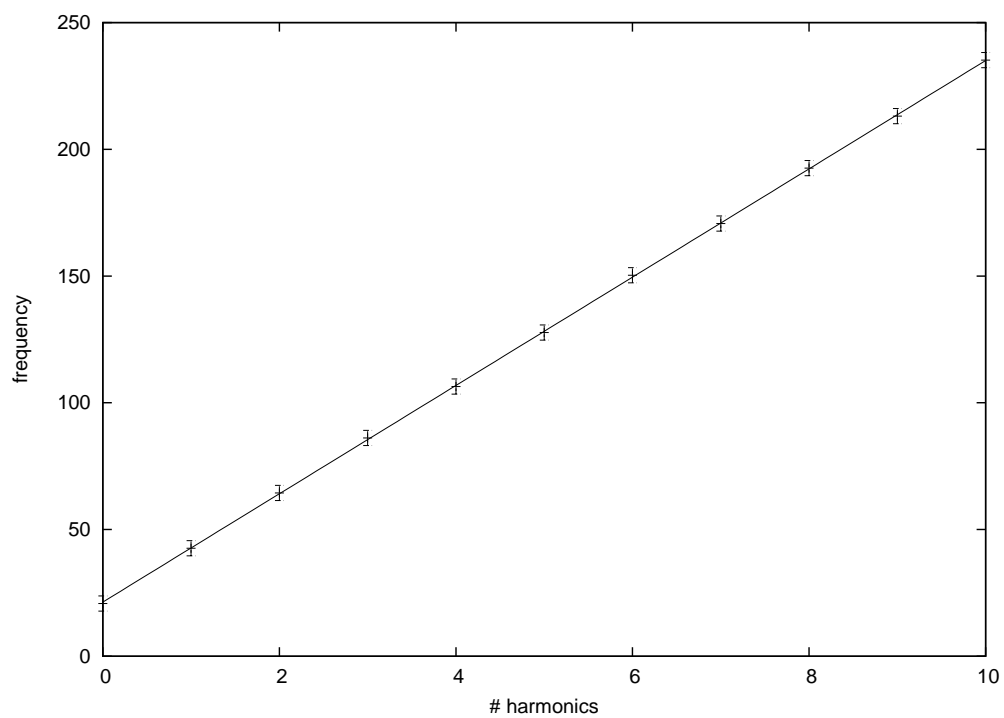
2.3 Quinckova trubice

Následovalo měření vlnové délky v Quinckově trubici.

Proložením dat z tabulky 3 funkcí $l = \frac{v_z}{f}$ byla získána hodnota rychlosti zvuku $v_z = (349.379 \pm 2[m/s])$.

Tabulka 1: Rezonanční frekvence 1,316m dlouhé struny

Harmonická	Frekvence [Hz]
0	20,8
1	42,6
2	64,4
3	86,1
4	106,4
5	127,7
6	150,3
7	170,7
8	192,6
9	213,1
10	235,2



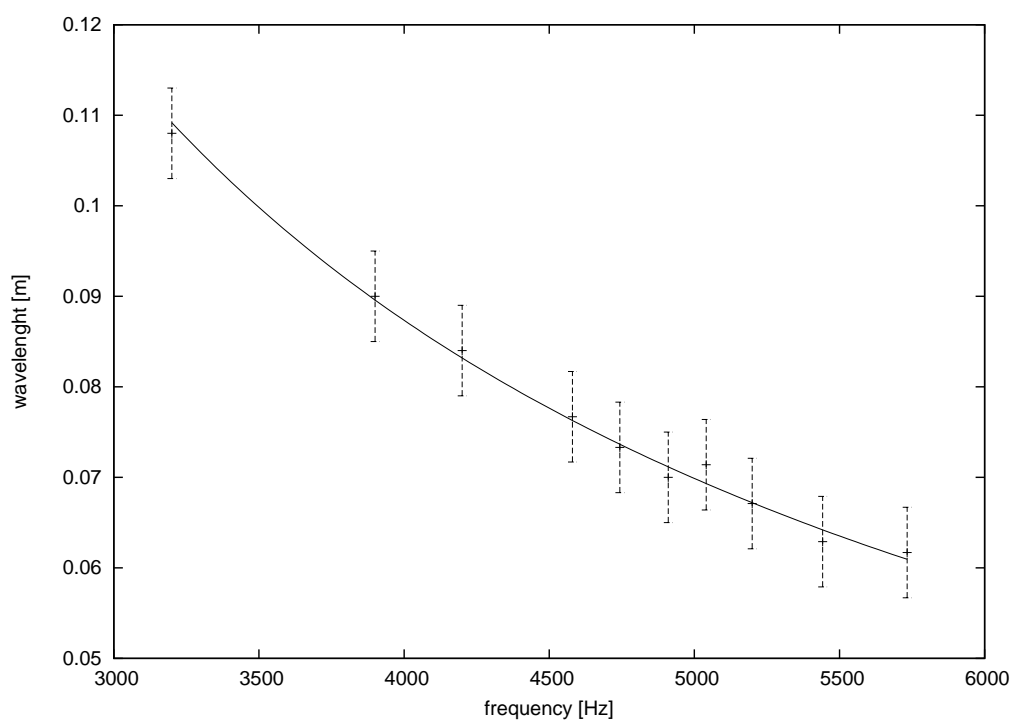
Obrázek 1: Harmonické frekvence struny

Tabulka 2: Rezonanční frekvence 70cm Kundtovy trubice

Harmonická	Frekvence [Hz]	Rychlost zvuku [m/s]
0	287,2	402,08
1	459,7	321,79
2	642	299,6
3	810	283,5
4	1059,8	296,74

Tabulka 3: Hodnoty z měření Quinckovy trubice

Frekvence [Hz]	Minima	Vzdálenost [cm]	Vlnová délka [m]	Rychlost zvuku [m/s]
5733	6	18,5	0,0612	303,03
5441,7	7	22	0,0629	342,05
5199	7	23,5	0,0671	349,08
5040,6	7	25	0,0714	360,04
4910,2	6	21	0,0700	343,71
4743,5	6	22	0,0733	347,86
4580	6	23	0,0767	351,13
4200	5	21	0,0840	352,8
3900	5	22,5	0,0900	351
3200	5	27	0,1080	345,6



Obrázek 2: Závislost vlnové délky na frekvenci v Quinckově trubici

2.4 Helmholtzův rezonátor

Tabulka 4: Rezonance Helmholtzova rezonátoru (laboratorní baňky) v závislosti na objemu vlité vody

Objem vody	Rezonance [Hz]
0	178
200	197
300	208
400	223
600	262
800	336

3 Diskuse

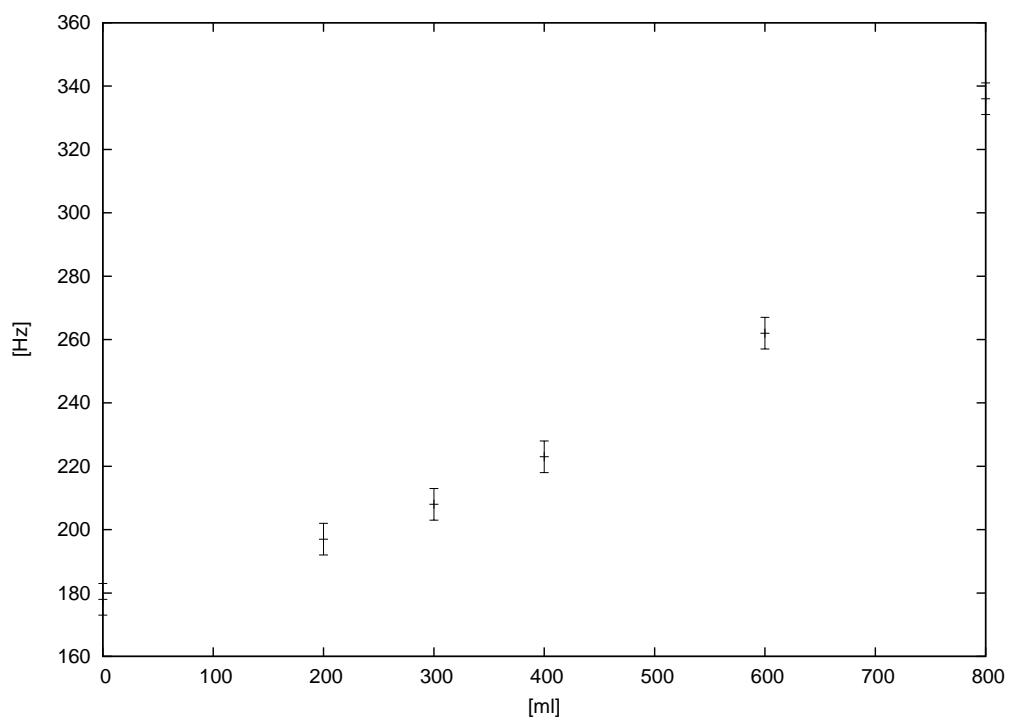
Většina naměřených dat se zdá být poměrně přesná, výjimkou je měření rychlosti zvuku, v Kundtově trubici, neboť zde bylo velkým problémem určit jednotlivé rezonance harmonických. Důvodem je nejspíše značně nehomogenní prostředí v trubici, které generuje v signálu značné množství dalších nežádoucích poruch. I samotný výkon reproduktoru, je vzhledem k citlivosti mikrofону poměrně slabý (je možné, že to ale byl důsledek vybité baterie v zesilovači mikrofónu).

Závěr

Měření byly v podstatě potvrzeny tabulkové hodnoty rychlostí zvuku a ověřeny rezonanční vlastnosti vlnění.

Reference

- [1] Zadání úlohy 9 - Základní experimenty akustiky. <http://fyzika.fjfi.cvut.cz/Praktika/Akustika/akustikaPRA.pdf>.
- [2] Vlnění optika a atomová fyzika. <http://www.fjfi.cvut.cz/files/k402/files/skripta/voaf/VOAF2008>.



Obrázek 3: Závislost rezonanční frekvence Helmholtzova oscilátoru na objemu vlité vody